

Hínárvegetáció vizsgálatok a Keszthelyi-öbölben

¹Sipos Katalin, ²Padisák Judit, ³Hahn István

¹Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, 1021. Budapest, Hűvösvölgyi út 52.

²Veszprémi Egyetem, Biológiai Intézet, 8201. Veszprém, Pf.: 158.

³Eötvös Loránd Tud. Egyetem, Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, 1083. Budapest, Ludovika tér 2.

Kivonat: Az elmúlt évszázadban a Balaton fokozatos eutrofizálódása komoly változásokat okozott a vízinövényzetben. 1880 és 1970 között a három alkalommal észlelték nagymértékű hinárossadást és többször következett be vízvirágzás. A 70-es évektől a hinárnövényzet mennyisége fokozatosan csökkent és a vízteret tartósan az algák uralták. Mindezen történések jól magyarázhatóak az "alternatív stabil állapotok" néven leírt ökológiai modellel, amelyet sekély tavakban megfigyelhető, rendkívül hasonló lefutású jelenség alapján dolgoztak ki. Feltételezésünk szerint napjainkban a vízminőség javulásának, a fitoplankton-mennyiség csökkenésének köszönhetően a hinármezők jelentékeny kiterjedése várható, így kiváló lehetőség adódik mind a hinárnövényzet ökológiai viselkedésének megfigyelésére, mind az „alternatív stabil állapotok” modell alkalmazásának kipróbálására. A jelenségek vizsgálatához a Keszthelyi-öbölben vízfelszínen lebegő transzszektek segítségével minőségi, mennyiségi és mintázatra vonatkozó adatokat gyűjtünk össze a hinárnövényzetről. Az első évi terepmunka eredményeként ez alkalommal az öböl makrofiton állományára vonatkozó florisztikai jellemzőket mutatjuk be. A területen megtalált 18 fajt egy kivételével a korábbi szakirodalom leírja a tóból. Új adatnak tekinthető a *Vallisneria spiralis* L. előfordulása, melynek úszó termését Fenékpusztá közelében találtuk meg. A trópusi faj azon fajok sorába illik, melyek Hévízről csatornákon keresztül sodródhattak a Balatonba, esetleg az akvaristák hurcolták be.

Kulcssz. eutrofizáció, makrofiton, alternatív stabil állapotok, vegetáció-térképezés, hinár-florisztika

Bevezetés

Hazánk legnagyobb állóvíze, a Balaton, a hidrobiológiai kutatások megindulása óta a vizsgálatok középpontjában áll. A tó vízminőségét, állapotát jelző fizikai, kémiai és biológiai adatok nemcsak a szakemberek számára fontosak, hanem – a tó idegenforgalmi és gazdasági értéke miatt – szélesebb körben is érdeklődésre tartanak számot.

A hinárnövényzet a vízi életközösségek jól megfigyelhető tagja, a vízminőség változásaira igen gyorsan reagál, ezért szerencsés témája lehet ökológiai tárgyú vizsgálatoknak. Kutatásunk egy hidroökológiai jelenség témája köré szerveződve a Keszthelyi-öböl hinárnövényzetének minőségi és mennyiségi viszonyait, idő- és térbeli változásait kívánja rögzíteni és értelmezni. (A továbbiakban hinárnövényzet, illetve makrofiton szó alatt a csillárkamoszatok fajait, valamint *Felföldy* [1990] monográfiájában szereplő edényes vízi növényeket értjük.)

A Balaton makrofiton fajaival kapcsolatos korábbi kutatások közül az első átfogó ismertetés *Borbás Vince* (1900) nevéhez fűződik. Munkája terjedelmében és alaposágban maig egyedülálló, a florisztikai adatokon kívül rengeteg helytálló ökológiai megfigyelést is feltár. A század első felének florisztikai és cönológiai irodalmából kiemelkedik *Filarszky Nándor* (1931) csillárkamoszatokról szóló írása, valamint *Soó Rezső* (1928, 1930, 1938) összefoglaló munkái a Balaton és környékének flórájáról. A 60-as évek második felétől a florisztika mellett előtérbe kerültek az ökológiai témájú kutatások. *Kárpáti István* és munkatársai (*Kárpáti és Varga* 1970, 1976; *Kárpáti és mtsai* 1971) többek között a hinárvegetáció térképezésével, mennyiségi vizsgálatával, biomassza-bebecslésével foglalkoztak, de többen végeztek életteni, elsősorban elem-akkumulációra vonatkozó vizsgálatokat is (*Tóth és Kovács*, 1979). Az utóbbi évtized anyagai közül kiemelkedik *Felföldy* (1990) hazai hinárfajokról írt monográfiája, mely balatoni adatokat is magába foglal. A tó hinárvegetáció-kutatásának történetét és eredményeit – különös tekintettel az utóbbi évtizedekre – *Padisák és Szabó* (1997) összegzi.

A Keszthelyi-öböl (Balaton) hinárvegetációjának vizsgálatát 1999-ben kezdtük. Cikkünkben az egyszerű módszertan leírására és a florisztikai adatok bemutatására helyezük a hangsúlyt.

Eutrofizációs események a Balatonban

Az eredendően oligo-mezotróf tó (*Somlyódy és Herodek*, 1997) a század második felétől jelentős mértékben változott. A 19. század során bekövetkezett vízszintcsökkenés (vízkormányzás, Sió csatorna üzembe helyezése) az öblözetek lefűződését eredményezte, melynek során a mozarosodási folyamatok a berkekben a tavon belülre helyeződtek (*Szabó*, 1997). A felerősödött emberi használat hirtelen megnövekedő környezeti terhelést jelentett a mezőgazdaság, az ipari fejlődés, az urbanizáció és az idegenforgalom természetromboló hatásai miatt (*Somlyódy és Herodek*, 1997). Mindezek következtében a tó növényzete látványos változásokon ment keresztül. A nádasok a századfordulón még csak az északi partoldalt borították, de az eutrofizáció következtében állományuk fokozatosan kiterjedt és az 50-es években nagy területeket borított (*Szabó*, 1997). A tápanyag-terhelés növekedése a makrofitonok mennyiségének változásában is megmutatkozott. Az 1880-as évektől az 1960-as évekig három alkalommal következett be a hinármezők intenzív kiterjedése. Az első két alkalommal a *Potamogeton pectinatus* és a *Myriophyllum spicatum* szaporodott el nagy mennyiségben, a 60-as években a *Stratiotes aloides* is (*Padisák*, 1999). A hinárossadások közötti időszakban lokálisan több al-

kalommal lehetett vízvirágzást észlelni. A 70-es évek első felében a vízter tápanyag-terhelésének további növekedése a vízi vegetáció jellegének drasztikus megváltozásához vezetett. A tápanyag-terhelés növekedése kedvező életfeltételeket teremtett a különböző alga-fajok számára, amelyek hatalmas mennyiségben felszaporodva leánykolták a vízteret. A hinárnövények gyors kiszorulását *Kárpáti és Varga* (1976) 1973-tól kezdve észlelte a Keszthelyi- és a Szigligeti-öbölben végzett vizsgálatai során. A 80-as évek végére a hinárok mennyisége minimálisra csökkent és a vízteret tartósan az algák dominanciája jellemezte.

Mindezen történések magyarázatára jól használhatónak tűnik az "alternatív stabil állapotok" néven ismertté vált hidroökológiai modell, amelyet kisebb kiterjedésű, sekély tavakban lezajló vegetációs változások alapján alkottak. A modell annak a folyamatnak a lefutását és feltételeit vizsgálja, amely, ahogyan két, egymástól markánsan eltérő vízi vegetációjelleg ("tisza víz, sok hinár, kevés alga", illetve "zavaros víz, sok alga, kevés hinár" állapotok) a vízter tápanyagtartalmának egy bizonyos tartományában felváltja egymást. A váltás egy vízminőségtől függő küszöbérték átlépésekor következik be, mindkét irányban végbemehet és mindkét vegetációjelleg fennállása ugyanazon tápanyag-tartalom mellett egyformán stabil (*Jeppesen*, 1998). Mivel a jelenséget növényzettel nagyrészt benőtt, kisebb méretű, sekély tavakból írták le, ezért a Balaton vonatkozásában elsősorban lokálisan, a partvonal hinárossadó sávjában, illetve a sekélyebb részekben értelmezhető.

Napjainkban a Balaton vízminősége az eutrofizáció megállítására tett beavatkozások miatt fokozatosan javul. A Keszthelyi-öbölben 1994 óta már észlelhető a fitoplankton-biomassza csökkenése (*Padisák és Reynolds*, 1998). Várható, hogy a további tisztulás miatt az algák mennyisége tovább csökken, ezzel egyidőben a hinármezők ismét kiterjednek. Kutatásunk középpontjában a folyamat megfigyelése áll. Úgy véljük, a váltás dinamikájának, a hinárnövényzet reakcióinak leírása nemcsak az alternatív stabil állapotok témakörének pontosabb megértését, hanem a makrofitonok ökológiai viselkedéséről, szaporodási stratégiáiról szerzett ismereteink bővítését is szolgálja majd. Mindehhez azonban az első lépés olyan mintavételi módszer kiválasztása, amely – lehetőség szerint – pontos minőségi, mennyiségi és mintázat adatokat szolgáltat, oly módon, hogy a hinárvegetáció természetes folyamatait a legkevésbé zavarja.

A mintavételi módszerről

Hazánkban az állóvízi hinárvegetáció vizsgálatára szolgáló módszerekről nem mondható el, hogy alkalmazásuk rutinszerű. A meglehetősen szűk körű hazai vízminőség-kutatásban elsősorban a florisztikai vagy cönológiai megközelítés uralkodott, ezért ha mennyiségi adatok felvételére van szükség, nem magától értetődő a megfelelő módszer kiválasztása.

A mennyiségi adatok begyűjtését is megelőző hinárkutatások közül az eddigi legkomolyabb, legátfogóbb vizsgálat *Kárpáti István* és munkatársai (*Kárpáti és Varga* 1970, 1976; *Kárpáti és mtsai* 1971) nevéhez fűződik. A Keszthelyi és a Szigligeti-öbölben végzett, rendkívül eszköz- és munkaigényes hinárvizsgálataik során felsorakoztatták szinte az összes hazánkban akkor elterjedt módszert. A mennyiségi adatgyűjtésre 3 fő módszert használtak: a direkt biomassza méréshez vízi monolit módszert, a mennyiségi arányok finom léptékű vizsgálatához felszíni borítás-bebecslést, nagy léptékű vizsgálatához pedig – geodéziai mérésekkel kiegészítve – légifelvételiek elemzését.

A vízi mintavételi módszer a biomassza mennyiségének becslésére ad

lehetőséget. Lényege az, hogy egységnyi felület alól (ez általában 1 m^2) a teljes makrofiton állományt begyűjtjük, majd megszárítjuk és megmérjük a teljes szárazanyag tömegét. A felületegység kijelölése történhet vízfelszínre helyezett kerettel, de vannak teljes víztereket kimetsző mintavető eszközök is. A monolit módszer hátránya, hogy kis felületegységű mintavételt jelent, tehát statisztikailag értékelhető eredményhez nagyszámú minta szükséges, másrészt a mintavétel destruktív, vagyis a vizsgált tárgyat megsemmisíti. Előnye természetesen az, hogy eredményként jól kezelhető súly/felületegység adatokat kapunk.

Természetkímélőbb módszer a mennyiségi arányokat a fajok borítás-értékei alapján becsülni. A módszercsoporthoz eredete a szárazföldi vegetáció-vizsgálatokban széles körben használt Braun-Blanquet-féle cönológiai mintavételre vezethető vissza.

Eleinte a klasszikus A-D értékek használatára történtek próbálkozások, de víztereket illetően kevés sikerrel, mivel a többnyire polikormonokat képező hínárfajoknál az egyed lehatárolása komoly problémát jelenthet. Kárpátiék a Balász-féle módszert alkalmazták, mellyel egy-egy hínárfolton belüli borítottságot jellemeztek. Ez a rendszer 6 fokozatba sorolva csak a fajok borításértékeit veszi figyelembe, az egyedszámot nem, így alkalmazása sokkal könnyebb. A módszer korlátai közé tartozik, hogy tág fokozatai számos finom változást összerosnak, ezért mintázatelemzéshez, igen kis léptékű vizsgálatokhoz nem elég pontos (Kárpáti és Varga, 1970).

Nagyobb léptékben értelmezhető mennyiségi adatokat szolgáltat a légifelvétel alapján rajzolt és elemzett foltterkép. Kárpáti és Varga (1970) a fótóról átrajzolt hínármézők elhelyezkedését és méretét bonyolult és rendkívül munkaigényes geodéziai mérések segítségével állapították meg. A munkát $300 \times 600 \text{ m}$ es mintaterületen (ún. Dauer-kvadrát) borításbecsléssel és monolit-mintavétellel kiegészítve végezték. Napjainkban a technika fejlődésének köszönhetően a helymeghatározás könnyen elvégezhető GPS műszerek alkalmazásával. A légifotók interpretációjával elsősorban nagy területek jellegzetes változásait lehet figyelemmel kísérni, de nagy felbontású felvétel felhasználása sokat pontosít az eredményeken. A módszer legfontosabb hátránya irreálisan magas költsége, így rutinszerű alkalmazására ritkán nyílik lehetőség.

Saját kutatásunkhoz olyan módszerre volt szükség, amely a minőségi, mennyiségi és mintázatot érintő változásokról a lehető legpontosabb adatokat adja, költségvonzata alacsony és a természetes állapotot nem zavarja, ezért lehetőség van évről évre ugyanazon a helyen az adatok felvételére. Mindezen kritériumoknak eleget tesz a felszíni borításbecslés egy pontosított változata, mely vízfelszínen lebegő kvadrátokban a hínárfajok százalékos borításértékeit és az elhelyezkedés mikrotérképét rögzíti.

Munkánk során 6 transzekt elhelyezésével mintáztuk meg a vizsgált területet. Egy transzekt 4 db, egyenként $20 \times 10 \text{ m}$ -es kvadrát láncolata, melyeket a partvonalra merőlegesen, a partvonal, vagy a tömött nádszegély szélétől a nyílt víz felé haladva helyeztünk el. A $20 \times 40 \text{ m}$ összterületű transzekt határait az adatfelvételkor bóják és távolságmegjelölésekkel jelelt, könnyű műanyag zsinór segítségével ténylegesen kijelöljük, ami a mintavétel pontosságának egyik fontos kritériuma. A transzektet a csomópontokban nehezezzel rögzítjük az alzathoz. A mintavételi helyeket a Keszthelyi-öböl direkt antropogén hatásoktól mentes helyein, jól azonosítható tereptárgyak közelében vettük fel. Minden transzekt elhelyezkedéséről fotót készítettünk, ezzel is könnyítve a mintavételi hely következő évi felkeresését. A lebegő transzekt kihelyezése után könnyű vízi járművel kvadrátonként végezzük el az adatgyűjtést, ami két részből áll. Egyrészt a kijelölő zsinór távolságmegjelöléseinek segítségével, lerajzoljuk a hínárvegetáció mintázatát. Törekszünk a foltszerű struktúrák felismerésére és pontos elhelyezésére. A telepszerű fajokat (pl.: *Nuphar lutea*, *Hydrocharis morsus-ranae*) polygonnal, a kevésbé kompakt morfológiájú fajokat (pl.: *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*) pontoszerűen ábrázoljuk. Miután a mintázat megrajzolásához többször alaposan körbejártuk a kvadrát területét, kitöltjük az adatlapot, melyen a mintavétel helye, ideje mellett szerepel a fajok egyedi borítása, a vízter összborítása, a vízfelszínen lebegő fajok összborítása, valamint a mederfelszín észlelhető része százalékos borításban megadva. Minden kvadrátnál a két szimmetriatengelyen mélység és átlátszóság adatokat mérünk (utóbbit Secchi-korong segítségével). Feljegyezzük az egyes fajokkal, illetve a vegetáció egészével kapcsolatos megjegyzéseket (pl.: uszadékok, védett fajok becsült egyedszáma, jellegzetesnek tűnő strukturális elemek, stb...). A mintázatok, illetve a táblázatba rendezett adatsorok statisztikai elemzése folyamatban van. Az egy éves adatsorok alapján a fajok elhelyezkedésének jellegzetességeit (mélységfüggés, polikormon mintázat), fajok együttes előfordulásainak szabályosságait (asszociáltság) vizsgáljuk. A felvett adatokat olyan változókká kívánjuk transzformálni, melyek az alternatív stabil állapotok matematikai modelljeiben reprezentatívan jelenítik meg a makrovegetáció mennyiségi arányait. Több éves adatso-

rokból - reményeink szerint - a mintázat egészének változásairól, a fajok elterjedési viszonyairól szerezhetünk információt.

A vizsgálat színterét a Keszthelyi-öböl választottuk, melynek oka kettős. Az eddigi kutatási tapasztalatok alapján kitűnt, hogy a Balatont érintő komolyabb változások leghamarabb itt jelentkeznek. Vizsgálatunk szempontjából fontos, hogy 1994 óta észlelhető a fitoplankton mennyiségének csökkenése (*Padisák és Reynolds*, 1998). Másrészt a Keszthelyi-öböl nyugati és déli része egyike a Balaton igen kevés nagy kiterjedésű, természetközeli állapotú partszakaszának. A választásnak természetvédelmi vonatkozása is van, hiszen a partvonal jelentős szakasza a Balaton-felvidéki Nemzeti Park területét képezi, így a vízter makrofiton állományának megismerése, a védendő természeti értékek feltárása háttér-információt jelenthet a megőrzés stratégiájának kialakításában.

A transzjekt felvételéhez mellett 1999. július 27. és augusztus 6. között végigjártuk a Keszthelyi-öböl Vonyarcvashegyűl Balatonberényig terjedő szakaszát és az észlelt fajok előfordulási helyeit pontterképen ábrázoltuk.

Florisztikai eredmények

Terepmunkáink során összesen 18 makrofiton faj jelenlétét észleltük (ld.: 1. ábra). Ebből 17 fajt már említettek a korábbi leírások. Új adatnak számít a *Vallisneria spiralis* L. előfordulása, melynek vízben úszó termését találtuk meg Fenékpusztánál, egy kis öblözet nyugodt vízterében. A Szabó (1997) által említett négy trópusi hínárfaj, valamint az általunk megtalált *Vallisneria spiralis* termés a Hévízi-tóból csatornákon keresztül sodródhatott a Balatonba, de az sem kizárt, hogy az akvaristák tevékenységének eredménye a megjelenése (ezeket a fajokat a listában dőlt betűkkel szedtük).

Az alábbiakban összefoglaltuk a Balatonból eddig leírt hínárnövényeket Filarszky (1931), Soó (1938) és Szabó (1997) munkái, valamint saját adataink alapján (utóbbiakat vastag szedéssel különböztettük meg). Egy faj a *Nymphoides peltata* (Gmel.) Ktze. kihaltnak tekinthető, mivel – Soó (1938) szerint – a múlt századból származó hiteles adatok ellenére a növényt már Borbás sem találta 1900-ban.

Néhány faj előfordulása a rendelkezésre álló adatok alapján kétes. (Itt említjük meg azt, hogy a korábbi adatok értelmezése sokszor nehéz, mivel a legtöbb flórakutató a Balaton és vidékének növényzetét egymástól nem különíti el, pontos helymeghatározás pedig ritkán lelhető fel.)

A Balaton eddig leírt makrofiton flórája:

Azolla caroliniana Willd.

Cabomba caroliniana A. Gray

***Ceratophyllum demersum* L.**

Ceratophyllum submersum L.

Chara ceratophylla Wallr.

Chara fragilis Desv.

***Chara vulgaris* L. (= *Chara foetida* A. Br.)**

Elodea canadensis Rich. (= *Helodea canadensis* L.)

Gymnocoronis spilanthoides

***Hydrocharis morsus-ranae* L.**

Lemna gibba L.

***Lemna minor* L.**

***Lemna trisulca* L.**

***Myriophyllum spicatum* L.**

Myriophyllum verticillatum L.

***Najas marina* L.**

***Najas minor* All.**

Nitellopsis obtusa (Desv.) J. Groves (Pomogyi, szóbeli közlés)

***Nuphar lutea* (L.) Sm.**

***Nymphaea alba* L. (= *Castalia alba* [L.] Woodz. et Wood)**

Nymphoides peltata (Gmel.) Ktze. (feltehetően kihalt)

Pistia stratiotes L.

Polygonum amphibium L.

